



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09065497 A**(43) Date of publication of application: **07 . 03 . 97**

(51) Int. Cl.

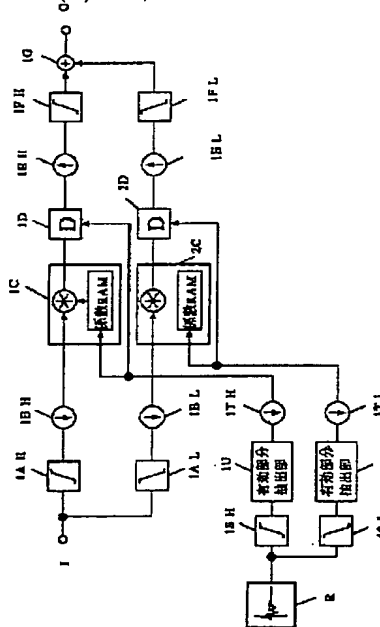
**H04S 1/00****H03G 5/02****H03H 17/00****H03H 17/02****H03H 17/02**(21) Application number: **07242428**(71) Applicant: **VICTOR CO OF JAPAN LTD**(22) Date of filing: **28 . 08 . 95**(72) Inventor: **FUJINAMI YOSHIHISA**(54) **SOUND IMAGE LOCALIZATION DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate feeling of unbalance of a sound image and to realize valid localization by using two filters for an acoustic signal in the sound image localization device so as to separate the signal into low and high frequencies and applying a filtering coefficient to the result so as to extract the valid part while the impulse response is separated into high and low frequencies.

**SOLUTION:** An input acoustic signal is fed separately into a low pass filter 1AL and a high pass filter 1AH symmetrically horizontally on a frequency axis. Down-samplers 1BL, 1BH connecting to them sample low and high frequency component signals. A head transfer function in a listening room is filtered by filters 1C, 2C separately for low and high frequency components and only the valid component is extracted. Delay elements 1D, 2D match time of the filter outputs and up-samplers 1EL, 1EH double the frequency of the delay element outputs. A low pass filter 1FL and a high pass filter 1FH eliminate noise from the low and high frequency signals. The acoustic signal is processed in this way.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-65497

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 S 1/00			H 0 4 S 1/00	D
				K
H 0 3 G 5/02			H 0 3 G 5/02	Z
H 0 3 H 17/00	6 2 1	9274-5 J	H 0 3 H 17/00	6 2 1 Z
17/02	6 0 1	9274-5 J	17/02	6 0 1 L

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-242428

(22) 出願日 平成7年(1995)8月28日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 藤浪 喜久

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

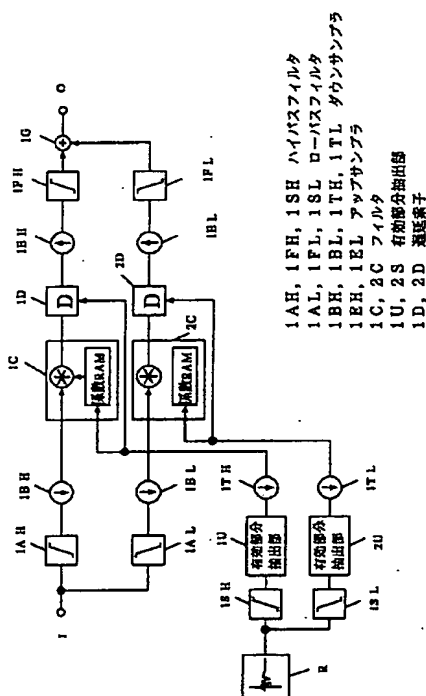
(74) 代理人 弁理士 二瓶 正敬

## (54) 【発明の名称】 音像定位装置

## (57) 【要約】

【課題】 定位させた音像の帯域の違いによるアンバランスを改善し、かつ少ない演算量で有効な音像定位処理を実現することができる音像定位装置を得る。

【解決手段】 周波数軸上で左右対称でかつカットオフ周波数がサンプリング周波数の $1/4$ であるローパスフィルタ1ALとハイパスフィルタ1AH、フィルタにより分離された低域及び高域信号を間引いてサンプリング周波数を $1/2$ にするダウンサンプラ1BLと1BH、有響室における頭部伝達関数を低域及び高域に分けて定位に有効な成分のみ抽出するフィルタ係数決定部のフィルタ係数を用いフィルタリングするフィルタ1Cと2C、フィルタ出力の時間合わせを行う遅延素子1Dと2D、遅延素子出力のサンプリング周波数を2倍にするアップサンプラ1ELと1EH、アップサンプラを介した低域及び高域信号から折り返しノイズを削除するローパスフィルタ1FLとハイパスフィルタ1FHを備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周波数軸上で左右対称でかつカットオフ周波数がサンプリング周波数の  $1/4$  である入力側デジタルローパスフィルタ及びハイパスフィルタと、これら各フィルタにより分離された低域成分と高域成分をそれぞれ別々に処理する低域処理部及び高域処理部と、前記低域処理部及び高域処理部の出力を加算する加算手段を備えるとともに、前記低域処理部及び高域処理部として、低域信号及び高域信号を 1 つ置きに間引くことによりサンプリング周波数を  $1/2$  にするダウンサンブラ手段と、有響室における頭部伝達関数を低域及び高域に分けて定位に有効な成分のみを抽出するフィルタ係数決定部を有し前記フィルタ係数決定部で決定されたフィルタ係数を用いダウンサンプリングされた低域及び高域の出力をフィルタリングするフィルタと、前記フィルタから出力される低域信号及び高域信号を遅延させて低域処理部及び高域処理部の時間を合わせるための遅延器と、前記各遅延器出力のサンプリング周波数を 2 倍にするアップサンブラ手段と、前記各アップサンブラ手段から出力される低域信号及び高域信号から折り返しノイズを削除する出力側ローパスフィルタ及びハイパスフィルタとをそれぞれ有する音像定位装置。

【請求項 2】 前記フィルタ係数決定部が、有響室における頭部伝達関数を高域成分と低域成分に分離するハイパスフィルタ及びローパスフィルタと、それらハイパスフィルタ及びローパスフィルタの出力から定位に有効な成分を抽出する有効部分抽出部と、前記有効部分抽出部の出力からサンプリング周波数を  $1/2$  にするダウンサンブラと、ダウンサンプリングされた定位有効成分をフィルタ係数として記憶保存する係数 RAM とを有する請求項 1 記載の音像定位装置。

【請求項 3】 前記低域処理部のダウンサンブラによりダウンサンプリングされた信号を更に低域と高域に分離してダウンサンプリングし、低域については更に低域と高域に分離してダウンサンプリングを繰り返すことにより、サンプリング周波数を  $1/2^0$ 、 $1/2^{n-1}$ 、 $\dots$ 、 $1/2^1$  にダウンサンプリングし、それぞれ 0 Hz からサンプリング周波数の  $1/2^0$ 、 $1/2^{n-1}$  から  $1/2^{n-1}$ 、 $\dots$ 、 $1/2^n$  から  $1/2^n$  までの  $n$  帯域に分割し、分割された各帯域毎に音像定位に有効な部分を抜き出すフィルタ係数決定部より決定されたフィルタ係数を用いダウンサンプリングされた低域及び高域の出力をフィルタリングするローパスフィルタ及びハイパスフィルタと、それら各フィルタにより分離された低域成分と高域成分をそれぞれ別々に処理する低域処理部及び高域処理部とを複数有し、低域及び高域分離を  $n$  回行うことにより、 $n$  帯域別々に定位処理する請求項 1 又は 2 記載の音像定位装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音像定位信号を処理する音像定位装置に関する。

【0002】

【従来の技術】2ch スピーカやヘッドホンによる音像定位は、実音源とは別の場所にあたかも音源があるかの如く音像を定位させる手法であり、実頭やダミーヘッドで測定した頭部伝達関数 (HRTF) に 2ch スピーカではクロストークキャンセル、ヘッドホンではヘッドホンの特性キャンセルやクロストーク付加の処理を施し、定位目標点の音源による鼓膜付近の音圧とスピーカやヘッドホン音源による音圧が等しくなるようにデジタルフィルタを構成するものである (特開昭 55-112098 号公報)。

【0003】この音像定位処理系のインパルス応答は長い方が距離感も出るし、音像の前後反転、定位音像 (虚音像) の上昇、正中面音像の頭内定位といった問題も少ない。これを実現するために、最も簡単な方法は、畳み込み係数長の長い FIR フィルタを用意し、有響室などで測定された頭部伝達関数を元に決定された長いフィルタ係数を畳み込むことである。しかし、通常、ハードウェアが限られているので闇雲にインパルス応答長を長くすることはできない。

【0004】そこで、一般的に考えられるのは、有響室における反射音構造をシミュレートして反射音を付加する方法である。この一例として、無響室で測定された頭部伝達関数を直接音や反射音の到来方向に応じて定位処理し、適当な遅延をそれぞれ持たせて加算する方法がある。すなわち、図 6 はこの種の従来例を示すブロック図であり、遅延線 1 を介して遅延された信号を、それぞれ直接音成分、第 1 反射音成分、第 2 反射音成分、 $\dots$ 、第  $n$  反射音成分を係数とした FIR フィルタ 2 a ~ 2 n を介して畳み込み処理し、その出力を加算器 3 により加算するようにしたものである。

【0005】また、直接音だけ到来方向に該当する頭部伝達関数を用い正確に定位させ、反射音は到来方向に応じた両耳間時間差、両耳間レベル差を持たせ高域をカットした後加算する方法もある。すなわち、図 7 はこの種の従来例を示すブロック図であり、直接音成分を係数とした FIR フィルタ 2 を介して畳み込み処理された信号を遅延線 1 を介して遅延させ、遅延線 1 を介した出力をそれぞれ第 1 反射音成分、第 2 反射音成分、 $\dots$ 、第  $n$  反射音成分のためのローパス IIR フィルタ 4 a ~ 4 n を介して高域成分をカットし、それら出力と前記遅延線 1 を介した出力とを加算器 3 により加算するようにしたものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これら反射音付加により定位させた音像は、長い係数長の FIR フィルタを用いた処理音に比べて距離感の減少、音像の上昇、音像の前後反転がみられた。また、処理前の帯

域による定位感のアンバランスが感じられた。

【0007】本発明は上述した点に鑑みてなされたもので、定位させた音像の帯域の違いによるアンバランスを改善することができ、かつ少ない演算量で有効な音像定位処理を実現することができる音像定位装置を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る音像定位装置は、周波数軸上で左右対称でかつカットオフ周波数がサンプリング周波数の $1/4$ である入力側デジタルローパスフィルタ及びハイパスフィルタと、これら各フィルタにより分離された低域成分と高域成分をそれぞれ別々に処理する低域処理部及び高域処理部と、前記低域処理部及び高域処理部の出力を加算する加算手段を備えるとともに、前記低域処理部及び高域処理部として、低域信号及び高域信号を1つ置きに間引くことによりサンプリング周波数を $1/2$ にするダウンサンブラ手段と、有響室における頭部伝達関数を低域及び高域に分けて定位に有効な成分のみを抽出するフィルタ係数決定部を有し前記フィルタ係数決定部で決定されたフィルタ係数を用いダウンサンプリングされた低域及び高域の出力をフィルタリングするフィルタと、前記フィルタから出力される低域信号及び高域信号を遅延させて低域処理部及び高域処理部の時間を合わせるための遅延器と、前記遅延器出力のサンプリング周波数を2倍にするアップサンブラ手段と、前記アップサンブラ手段から出力される低域信号及び高域信号から折り返しノイズを削除する出力側ローパスフィルタ及びハイパスフィルタとをそれぞれ有するものである。

【0009】また、前記フィルタ係数決定部は、有響室における頭部伝達関数を高域成分と低域成分に分離するハイパスフィルタ及びローパスフィルタと、それらハイパスフィルタ及びローパスフィルタの出力から定位に有効な成分を抽出する有効部分抽出部と、これら有効部分抽出部の出力からサンプリング周波数を $1/2$ にするダウンサンブラと、ダウンサンプリングされた定位有効成分をフィルタ係数として記憶保存する係数RAMとを有することができる。

【0010】さらに、前記低域処理部のダウンサンブラによりダウンサンプリングされた信号をさらに低域と高域に分離してダウンサンプリングし、低域についてはさらに低域と高域に分離してダウンサンプリングを繰り返すことにより、サンプリング周波数を $1/2^0$ 、 $1/2^1$ 、 $\dots$ 、 $1/2^i$ にダウンサンプリングし、それぞれ $0\text{Hz}$ からサンプリング周波数の $1/2^0$ 、 $1/2^1$ から $1/2^i$ 、 $\dots$ 、 $1/2^i$ から $1/2^{i+1}$ までの $n$ 帯域に分割し、分割された各帯域毎に音像定位に有効な部分を抜き出すフィルタ係数決定部より決定されたフィルタ係数を用いダウンサンプリングされた低域及び高域の出力をフィルタリングするローパスフィルタ及びハイパ

スフィルタと、それら各フィルタにより分離された低域成分と高域成分をそれぞれ別々に処理する低域処理部及び高域処理部とを複数有し、低域及び高域分離を $n$ 回行うことにより、 $n$ 帯域別々に定位処理することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の音像定位装置について図面を参照して説明する。まず、本発明を完成させるにあたり、従来例による反射音付加により定位させた音像は、長い係数長のFIRフィルタを用いた処理音に比べて距離感の減少、音像の上昇、音像の前後反転がみられ、また、処理前の帯域による定位感のアンバランスが感じられる点に鑑み、有響室における頭部伝達関数と音響定位システムのインパルス応答を帯域別に分け調査した。

【0012】その結果、頭部伝達関数の高域成分は直接音付近に集中し、また、低域成分は直接音から20から30msの間に定在しているが、音像定位システムのインパルス応答にはこの長い時間に分布する低域成分が存在しないことが分かった。さらに、高域と低域に別々の遅延及びフィルタ長を持たせ別々に定位処理すると、帯域による定位感のアンバランスが改善されることが分かった。

【0013】以上のことを考慮して、有響室の頭部伝達関数から算出された定位係数を帯域別に定位に有効な部分を抽出し、それぞれ帯域毎にフィルタリング処理することを考えた。但し、サンプリング周波数をそのまま処理したのでは返って演算量が増えインパルス応答長が短くなってしまうため、ダウンサンプリングによるフィルタリング処理を採用した。すなわち、ハイパスフィルタとローパスフィルタで高域と低域を分け別々にフィルタリングすることにより、少ない演算量で有効な定位を実現し、フィルタリング係数は所望とするインパルス応答を高域低域に分け定位に有効な部分のみを抽出することにより決定するようにする。

【0014】〈第1実施例〉図1は第1実施例に係る音像定位装置を示すブロック図である。図1において、入力端子Iから入力されたデジタル信号はハイパスフィルタと1AHとローパスフィルタ1ALによって低域と高域に分離される。ここで、用いられるハイパスフィルタ1AHとローパスフィルタ1ALのカットオフ周波数 $F_0$ は、図2の振幅特性に示すように、サンプリング周波数 $F_s$ の $1/4$ とし、振幅周波数特性がカットオフ周波数 $F_0$ を中心として左右対称である一対を用いる。このフィルタは、カットオフ周波数 $F_0$ 付近の位相回りや振幅特性の厳密性が要求されないのであれば、IIRフィルタで十分であり、また、精度が要求されるのであれば、FIR型のミラーフィルタを使用することが可能である。

【0015】前記ハイパスフィルタ1AHで処理された

信号は、ダウンサンプラ 1 BH において 2 サンプルのうち 1 サンプルが抜き出される。これにより、 $1/4 F_s$  から  $1/2 F_s$  までの振幅位相情報は 0 Hz から  $1/4 F_s$  の領域に折り返され、ここに保存される。そして、高域用に前以て用意されたフィルタ係数を持つフィルタ 1 C によってフィルタリングされ、低域処理された信号との時間差を与えるための遅延素子 1 D で遅延され、アップサンプラ 1 EH により各サンプルの間に 1 つの 0 を挿入するアップサンプリング処理がなされる。

【0016】前記アップサンプラ 1 EH により 0 Hz から  $1/4 F_s$  までに保存されていた情報は折り返され、 $1/4 F_s$  から  $1/2 F_s$  までの領域にコピーされる。したがって、このままでは、0 Hz から  $1/4 F_s$  の領域に不要な情報が残っているので、ハイパスフィルタ 1 FH で削除される。ここで、このハイパスフィルタ 1 FH はハイパスフィルタ 1 AH と同一のものか、時間軸を反転させたものを用いる。最後に、加算器 1 G に入り、低域処理部信号に加算される。

【0017】一方、前記ローパスフィルタ 1 AL で処理された信号は、ダウンサンプラ 1 BL によってダウンサンプラ 1 BH と同様に 2 サンプルのうち 1 サンプルが抜き出される（図 3 の (a) → (b) → (c) 参照）。これにより、 $1/4 F_s$  から  $1/2 F_s$  までの周波数成分がカットされる。そして、低域用に前以て用意されたフィルタ係数を持つフィルタ 2 C によってフィルタリングされ、高域処理された信号との時間差を与えるための遅延素子 2 D で遅延され、アップサンプラ 1 EL により前記アップサンプラ 1 EH と同様に各サンプルの間に 1 つの 0 を挿入するアップサンプリング処理される。

【0018】前記アップサンプリング 1 EL により 0 Hz から  $1/4 F_s$  までに保存されていた情報は折り返され、 $1/4 F_s$  から  $1/2 F_s$  までの領域にコピーされる。したがって、この  $1/4 F_s$  から  $1/2 F_s$  の領域の不要な情報をローパスフィルタ 1 FL で削除する（図 4 (a) → (b) → (c) 参照）。ここで、このローパスフィルタ 1 FL は前記ローパスフィルタ 1 AL と同一のものか、時間軸を反転させたものを用いる。最後に、加算器 1 G に入り、高域処理部信号に加算される。

【0019】ここで、フィルタ 1 C 及び 2 C のフィルタリング係数及び遅延素子 1 D 及び 2 D の遅延量は、以下のように決定される。まず、所望のインパルス応答 R を一対のハイパスフィルタ 1 SH 及びローパスフィルタ 1 SL により高域成分と低域成分に分離する。そして、それぞれ有効成分抽出部 1 U 及び 2 U により定位に有効な成分を抽出し、ダウンサンプラ 1 TH 及び 1 TL によりサンプリング周波数を  $1/2$  にする。ダウンサンプリングされた定位有効成分は、フィルタ 1 C 及び 2 C のフィルタリング係数としてそれぞれ係数 RAM に記憶保存される。

【0020】また、定位有効成分の遅延量はそれぞれ  $1$

$/2$  され、遅延素子 1 D 及び 2 D に反映される。定位に有効な成分の抽出をダウンサンプリングより先に行うところが重要で、折り返しが生じる前に抽出が行われるので、この方法の方が有効成分の抽出が容易である。以上の処理により、高域及び低域の定位に無関係な部分まで演算されることなく、短い係数長で長いインパルス応答が実現できるため、音像定位の精度が向上する。

【0021】〈第 2 実施例〉次に、図 5 は第 2 実施例に係るブロック図である。基本的な流れは第 1 実施例と同じであり、図 1 に示す第 1 実施例におけるダウンサンプラ 1 BL を通過した信号を、さらにハイパスフィルタ 2 AH 及びローパスフィルタ 2 AL によって低域成分と高域成分に分離し、ダウンサンプラ 2 BH 及び 2 BL によってダウンサンプリングし、その高域成分についてはフィルタ 2 C によりフィルタリングをし、低域成分については、さらにハイパスフィルタ (n-1) AH 及びローパスフィルタ (n-1) AL によって高域成分と低域成分に分離し、ダウンサンプラ (n-1) BH 及び (n-1) BL によってダウンサンプリングを繰り返すようにする。

【0022】入力デジタル信号は、上述のようにしてハイパスフィルタとローパスフィルタ、ダウンサンプラにより、0 Hz から  $1/2^0 F_s$ 、 $1/2^0 F_s$  から  $1/2^{n-1} F_s$ 、 $\dots$ 、 $1/2^{n-1} F_s$  から  $1/2^n F_s$  の n 帯域に分割され、それぞれの帯域毎に、フィルタ 1 C、2 C、 $\dots$ 、(n-1) C、n C と、遅延素子 1 D、2 D、 $\dots$ 、(n-1) D、n D によりフィルタリングがなされる。

【0023】一方、所望のインパルス応答もローパスフィルタ 1 SL ~ (n-1) SL、ハイパスフィルタ 1 SH ~ (n-1) SH とローパスフィルタ側のダウンサンプリングフィルタ 1 TL ~ (n-2) TL により n 帯域に分割した後、有効成分の抽出を行う。また、定位有効成分の遅延時間もこの時同時に求められる。さらに、ダウンサンプラ 1 TH ~ (n-1) TH、(n-1) TL によりサンプリング周波数をさらに  $1/2$  にする。遅延時間も  $1/2$  にしてつじつまを合わせる。ここでも、第 1 実施例と同様に、ダウンサンプリングする前に定位有効成分の抽出を行うことが重要である。この処理で得られた定位有効成分はフィルタ 1 C ~ n C のフィルタリング係数に、遅延時間は遅延素子 1 D ~ n D としてハード上に組み込まれる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、音響信号に対する音像定位処理において、ハイパスフィルタとローパスフィルタで高域と低域を分け別々にフィルタリングすることにより、少ない演算量で有効な定位を実現すると共に、フィルタリング係数は所望とするインパルス応答を高域低域に分け定位に有効な部分のみを抽出することにより決定するようにしたので、低域と高

域で別々の定位処理することができるので、定位させた音像の帯域の違いによるアンバランス感を取り除くことができる。

【0025】また、ダウンサンプリングによって定位に有効でない成分はフィルタリングされないもので、より少ないハードで実現でき、高域及び低域の定位に無関係な部分まで演算されることなく、短い係数長で長いインパルス応答が実現できるため、音像定位の精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の音像定位装置の第1実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の音像定位装置に用いられるハイパス及びローパスフィルタについての説明図である。

【図3】本発明の音像定位装置に用いられるダウンサンプリングについての説明図である。

【図4】本発明の音像定位装置に用いられるアップサンプリングについての説明図である。

【図5】本発明の音像定位装置の第2実施例の構成を示すブロック図である。

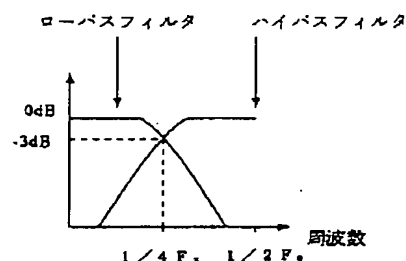
【図6】第1の従来例に係る音像定位装置の構成を示すブロック図である。

【図7】第2の従来例に係る音像定位装置の構成を示すブロック図である。

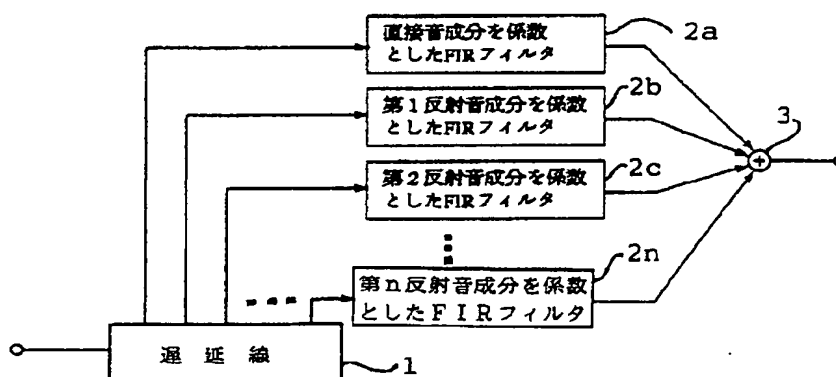
【符号の説明】

1 AH、2 AH、・・・、(n-1) AH  
 1 FH、2 FH、・・・、(n-1) FH  
 1 SH、2 SH、・・・、(n-1) SH ハイパスフィルタ、  
 1 AL、2 AL、・・・、(n-1) AL  
 1 FL、2 FL、・・・、(n-1) FL  
 1 SL、2 SL、・・・、(n-1) SL ローパスフィルタ、  
 1 BH、2 BH、・・・、(n-1) BH  
 1 BL、2 BL、・・・、(n-1) BL  
 1 TH、2 TH、・・・、(n-1) TH  
 1 TL、2 TL、・・・、(n-1) TL ダウンサンプリング、  
 1 C、2 C、・・・、nC フィルタ、  
 1 D、2 D、・・・、nD 遅延素子、  
 1 EH、2 EH、・・・、(n-1) EH  
 1 EL、2 EL、・・・、(n-1) EL アップサンプリング、  
 1 G、2 G、・・・、nG 加算器、  
 1 U、2 U、・・・、(n-1) U 有効部分抽出部。  
 R インパルス応答、

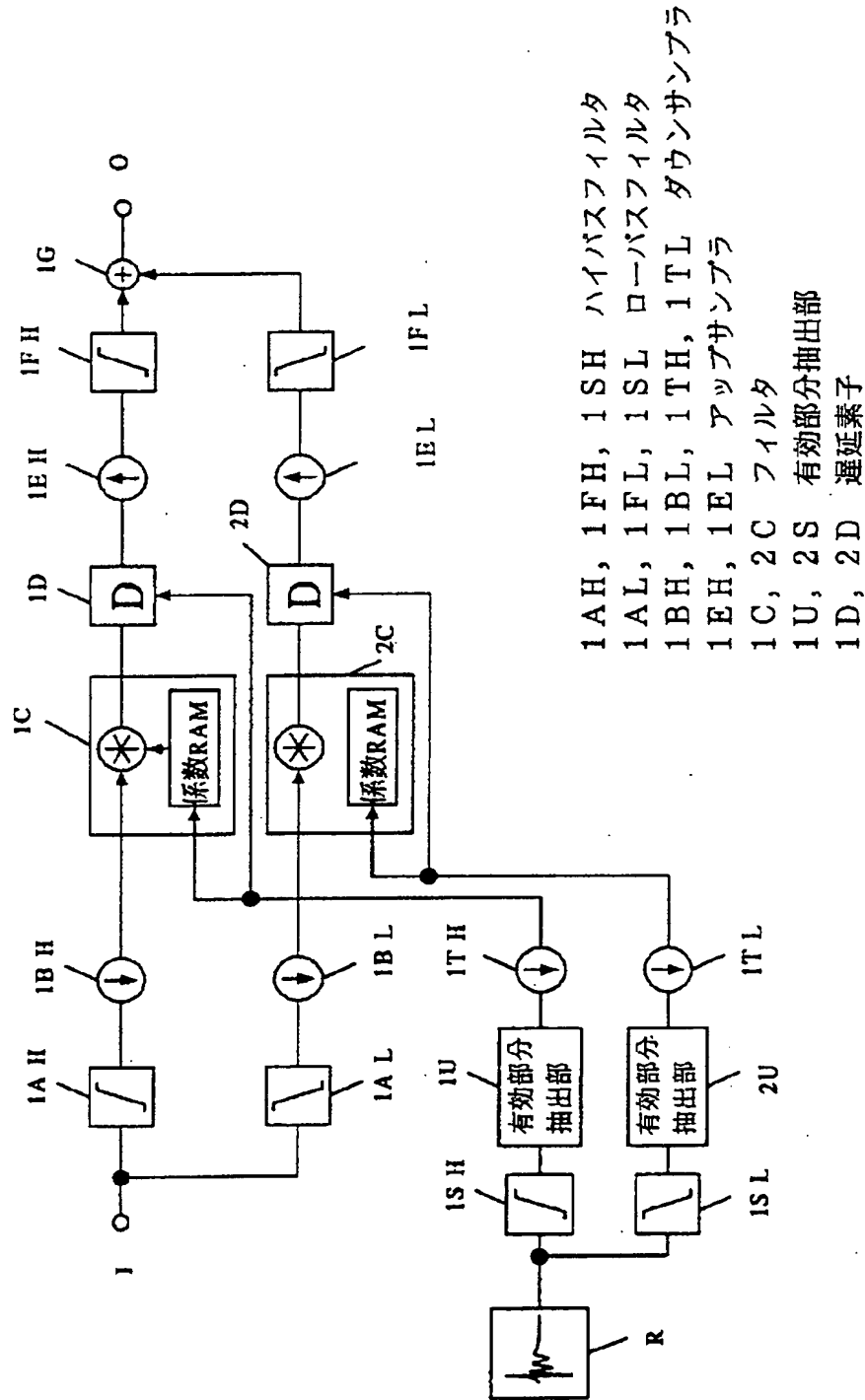
【図2】



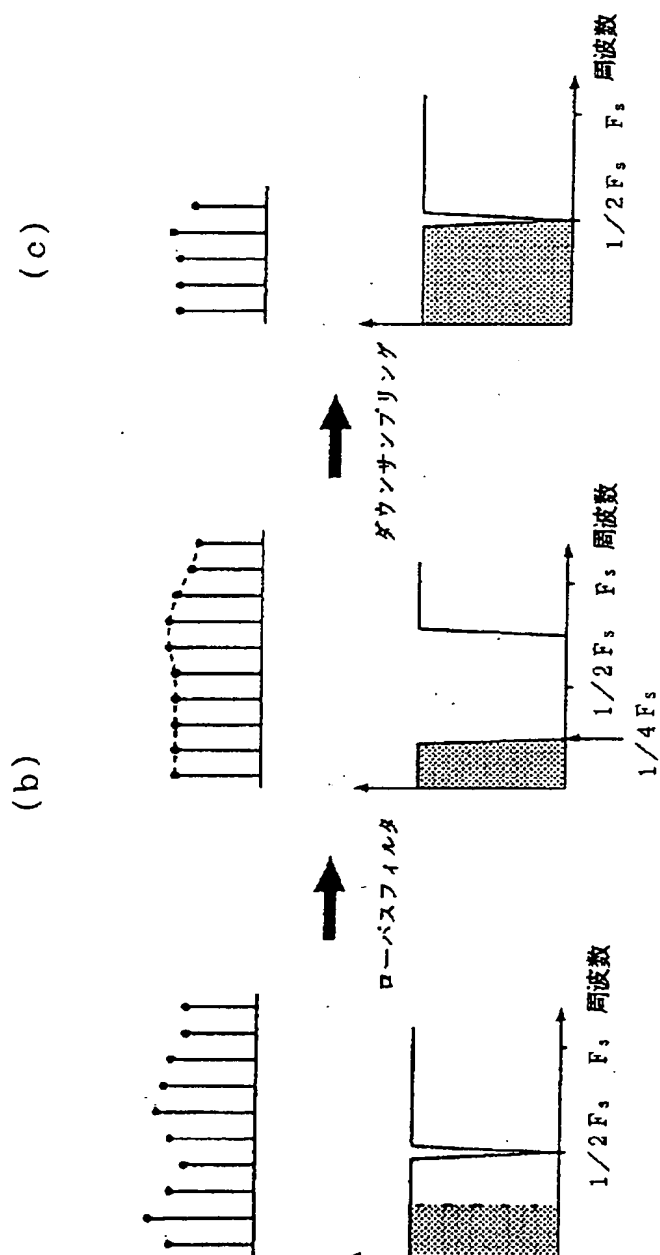
【図6】



【図1】

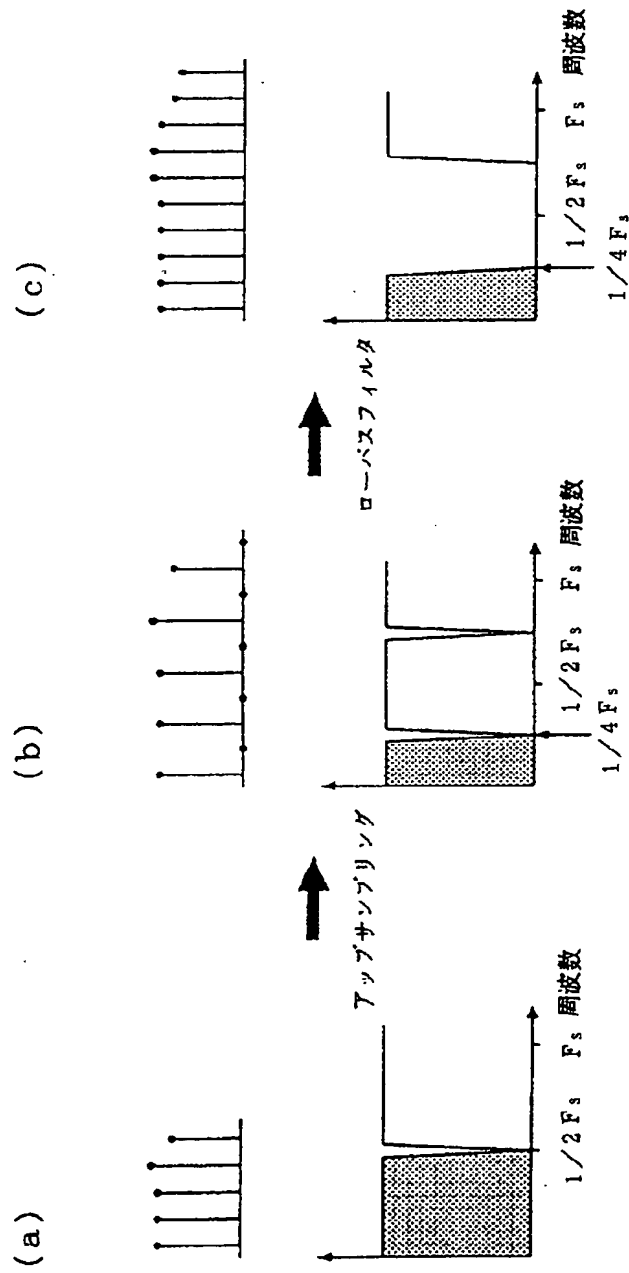


【図 3】

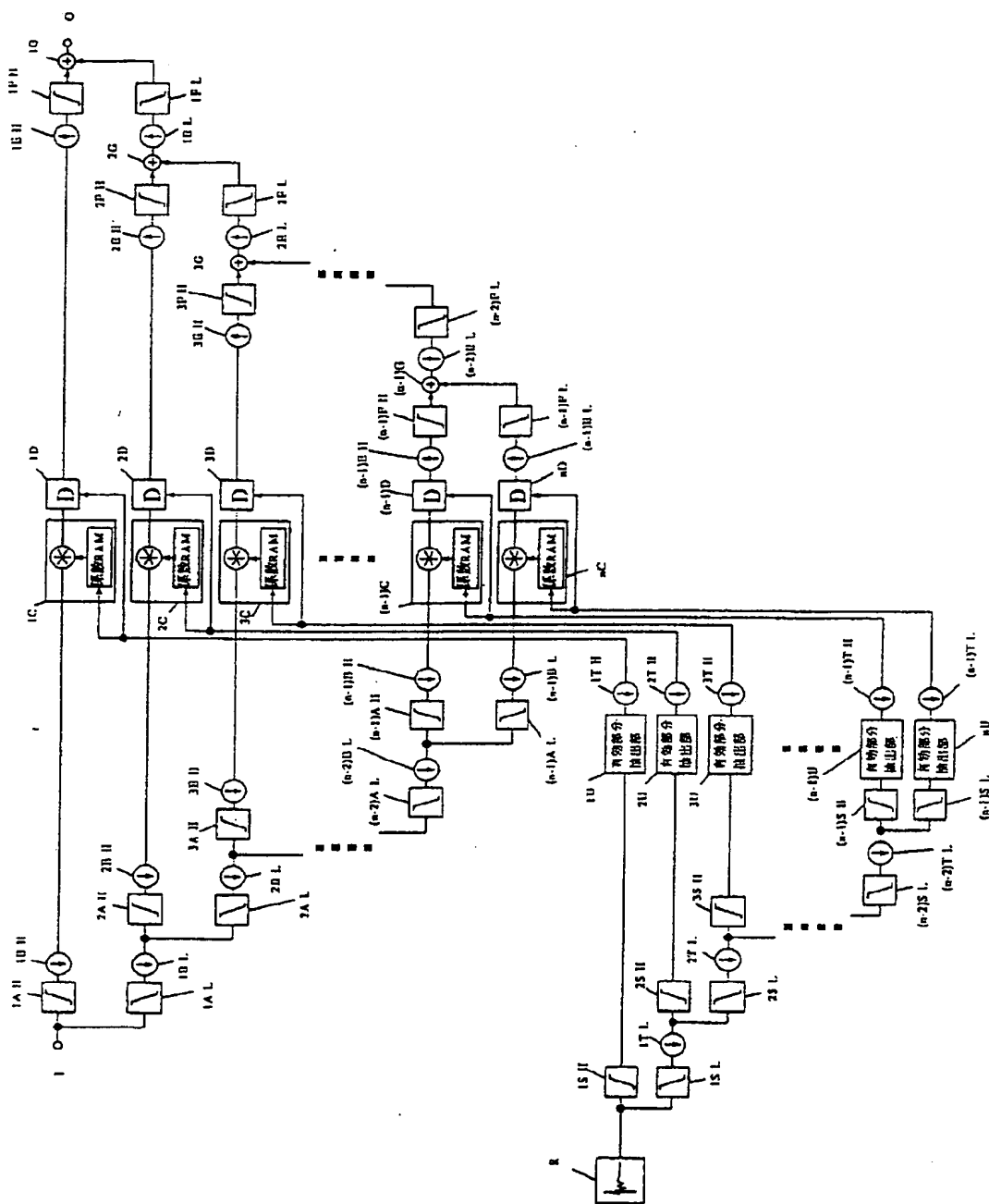




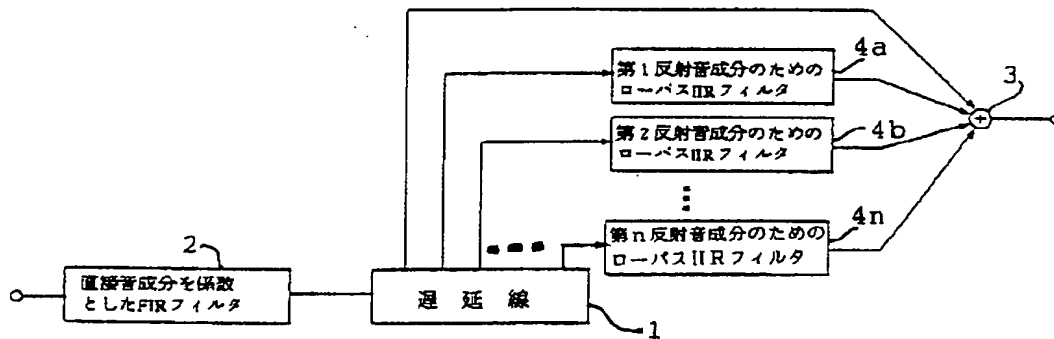
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 3 H 17/02

識別記号

6 1 3

庁内整理番号

9274-5 J

F I

H 0 3 H 17/02

技術表示箇所

6 1 3 C